



[12]发明专利申请公开说明书

B01D 61/20 B01D 61/22
B01D 63/02 B01D 65/08
B01D 61/18 B65D 65/00

[21]申请号 95194986.1

[43]公开日 1997年9月17日

[11]公开号 CN 1159769A

[22]申请日 95.9.8

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所
代理人 陈申贤

[30]优先权

[32]94.9.9 [33]AU[31]PM8006

[86]国际申请 PCT/AU95/00587 95.9.8

[87]国际公布 WO96/07470 英 96.3.14

[85]进入国家阶段日期 97.3.10

[71]申请人 梅姆泰克美国有限公司

地址 美国马里兰州

[72]发明人 托马斯·威廉姆·贝克

汉弗莱·约翰·贾丁·德拉蒙德

马修·布莱恩·李

克林蒂·弗吉尔·科普

沃伦·托马斯·约翰逊

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 中空纤维薄膜的清洗

[57]摘要

一种把细微颗粒从悬浮液中回收的方法和装置。它有一工作循环，包括：使颗粒集聚的集聚阶段和中断供入悬浮液的回洗阶段。装置包括：壳体(11)和其内固定的一组中空多微孔聚合纤维(12)。集聚阶段压力悬浮液送入纤维外侧，滤液从纤维内腔流出。在回洗阶段，停止供料后壳体被密封，在壳体向大气开通前或之后，在内腔作用一压力流体源使纤维壁上产生压力突降，从而压力流体穿过壁部。使壁中大部分杂质去除。然后再引入悬浮液使集聚阶段重新开始。



权 利 要 求 书

1. 一种回洗许多具有微孔性壁的中空纤维的方法，这种多微孔的纤维壁承担过滤作用，其特点在于，所输入的含有杂质的物质作用在滤筒或壳体内所述中空纤维的外表面上并且过滤液从纤维内腔的端部流出，所述方法包括：

- (a) 停止向所述纤维的所述外表面上供料而使过滤工作停止；
- (b) 封闭壳体并从所述内腔中排出剩下的滤液；
- (c) 在开启壳体使之通向大气之前或同时或之后，在所述内腔作用 - 压力流体源，使得跨越纤维壁部形成压力突降从而使所述压力流体穿过所述壁部；
- (d) 随所述压力突降之后，在所述内腔内使压力按一预定量值维持足够长的时间，以使积聚在所述纤维壁内和/或所述纤维壁上的大部分杂质被去除；
- (e) 通过应用一种液流流过所述纤维壁的外表面上来清洗去除杂质； 和
- (f) 向所述纤维的所述外表面上引入所述供入的原料而使过滤工作重新开始。

2. 一按权利要求 1 的回洗方法，其特点在于：在步骤 (c) 中，从负的薄膜传导压力 (TMP) 开始增加到此 TMP 相应于压力突降达到最大值之间的时间间隔约在 0.05 秒到 5 秒的范围内。

3. 一按权利要求项 1 或 2 的回洗方法，其特点在于：在过滤工作重新开始之前纤维先要经再润湿处理。

4. 一按权利要求 1 到 3 中任一项的回洗方法，其特点在于：在流体压力仍作用于所述内腔的同时，把供入液体再次引入过滤器的壳体侧。

5. 一按权利要求 4 的回洗方法，其特点在于：重新将供入液体引入所持续的时间约为 1 到 30 秒。

6. 一按权利要求 4 的方法，其特点在于：所述流体压力比壳体

侧的压力大 10KPa 到 800Kpa 左右。

7.一按前面权利要求中任一项的回洗方法，其特点在于：在所述压力突降之前，作用于所述内腔上的压力约在 100KPa 到 1200KPa 之间。

8.一按权利要求 1 的方法，其特点在于：在步骤（b）中，可允许滤液自行从所述内腔中流出。

9.按前面任一项权利要求的方法，其特点在于：所述方法的各步骤可构成一个包括固体颗粒集聚和回洗循环的连续过程。

10.一使细微固体颗粒从供入的悬浮液中分离回收的集聚装置，它具有一工作循环，该循环包含：使存在于供入悬浮液中的固体颗粒集聚的循环集聚阶段和阻止向集聚装置中供入悬浮液的循环回洗阶段，所述集聚装置包括：

（i）一壳体；

（ii）一组具有弹性、中空，多微孔的聚合纤维，各纤维的两端均固定在壳体内；

（iii）在所述循环的集聚阶段把具有压力的悬浮液供入到纤维外侧的装置；

（iv）在所述工作循环时使滤液从纤维内腔中排出的装置；

（v）通过停止向所述纤维的所述外表面上供入原料而使循环的集聚阶段中止的装置；

（vi）使壳体封闭和向大气开通的装置；

（vii）从所述内腔排出剩余滤液的装置；

（viii）在使壳体向大气开通之前或同时或之后，使一压力流体源作用于所述内腔的装置，这样可使纤维壁部产生压力突降，从而使所述压力流体穿过所述壁部；

（ix）在所述压力突降之后，在所述内腔中使压力在一充分长的时间内维持在一预定量值的装置，使得在所述纤维壁内和/或纤维壁上集聚的大部分固体颗粒被去除；

（x）通过在所述纤维的所述外表面上引入液流而把杂质冲洗去除的装置；和

说 明 书

中空纤维薄膜的清洗

本发明是关于使用一种中空纤维薄膜使悬浮流体中的固体粒子（或颗粒）集聚的方法，并且具体而言涉及用回洗使中空纤维薄膜得到周期性清洗的方法和装置。

在悬浮液中使固体颗粒集聚的先有技术方法在 576, 424 和 582, 968 号澳大利亚专利说明书中已有叙述，这些说明书中内容和附图在此引用作为相互参照。在该先有技术中，集聚作用是借助于一种滤芯来实现的，该滤芯由包含在一封闭滤筒或壳体内的一束中空多孔聚合纤维组成。采用聚氨酯封装化合物使各纤维的两端在滤筒内定位并使滤筒的两端封闭住但又不会堵塞住纤维的内腔。

在先有技术中能使颗粒有效集聚所需的薄膜传导压力差是通过采用所需的泵、其它辅助设备、当然也包括有一封闭住的滤筒给送入的原料加压而实现的。

这类先有技术集聚装置的回洗涉及下述：使在封闭壳体内中空纤维两端的压力增加到一相对较高量值，然后壳体侧的纤维壁突然卸压而使作用于纤维壁内外侧的压力突然形成一压力差，从而实现回洗。

本发明的一个目的在于提供一种通过采用反流方式去除残留在滤芯上的颗粒的改进方法，这种方法确保迅速地移去残留颗粒而且分离和去除颗粒的方法可在相当长时期内反复应用。

本发明，至少在一些实施例中，提供了一种回洗中空纤维滤芯的方法，这种方法保留了先有技术中的某些特点，但对这些特点的很多内容进行了优化（或改善）以改进其性能。

因此关于本发明广泛采用的形式中，提供了一种回洗许多具有微孔性壁的中空纤维的方法，这种多微孔的纤维壁承担过滤的作用，其特点在于：所输入的含有污染物（或杂质）的物质作用在滤筒或壳体内所述中空纤维的外表面，过滤液从纤维内腔的端部流出，所述方法包括：

- (a) 停止向所述纤维的所述外表面供料而使过滤工作停止；
- (b) 封闭壳体并从所述内腔中排出剩下的滤液；
- (c) 在开启壳体使之通向大气之前或同时或随后，在所述内腔作用一压力流体源，使得跨越纤维壁部形成压力突降从而使所述压力流体穿过所述壁部；
- (d) 随所述压力突降后在所述内腔内使压力按一预定的量值维持足够长的时间，以使积聚在所述纤维壁内和/或纤维壁上的大部分杂质被去除；
- (e) 通过应用一种液流流过所述纤维壁表面来清洗去除杂质；和
- (f) 向所述纤维的所述外表面引入所述供入原料而使过滤工作重新开始。

在回洗阶段，从负的薄膜传导压力（ TMP ）开始增加到该 TMP 相应于压力突降达到最大值之间的时间间隔最好约在 0.05 秒至 5 秒的范围内。

在重新开始过滤工作之前纤维最好先经再润湿处理。

最好在流体压力仍作用于所述内腔时把供入液体泵入滤器的壳体侧。其结果会引起液体/流体围绕薄膜小孔扰动或发泡从而进一步改善去除残留固体颗粒的效果。该阶段流体压力最好应比壳体侧的压力大 10KPa 至 800KPa 左右。

最好所述方法的各步骤可构成一个包括固体颗粒集聚和回洗循环的连续过程。

作为一种变通的最佳形式，步骤 (b) 可通过 所述剩下的滤液自行从所述内腔中排出来实现。

从更为广泛的角度来看，本发明提供了一种用于使细微颗粒从供入的悬浮液中分离回收的集聚装置，所述装置具有一工作循环，该循环包含：使供入的悬浮液中固体颗粒集聚的循环集聚阶段和阻止向集聚装置供入悬浮液的循环回洗阶段，所述集聚装置包括：

- (i) 一壳体；
- (ii) 一组具有弹性、中空、多微孔的聚合纤维，各纤维的两端均固定在壳体内；

- (iii) 在所述循环的集聚阶段把具压力的悬浮液供入至纤维外侧的装置；
- (iv) 在所述工作循环时使滤液化纤维内腔中排出的装置；
- (v) 通过停止向所述纤维的所述外表面供入原料而使循环的集聚阶段中止的装置；
- (vi) 使壳体封闭和向大气开通的装置；
- (vii) 从所述内腔排出剩余滤液的装置；
- (viii) 在使壳体向大气开通之前或同时或紧随其后使一压力流体源作用于所述内腔的装置，这样可使纤维壁部产生压力突降，从而所述压力流体穿过所述壁部；
- (ix) 紧随所述压力突降之后在所述内腔中使压力在一充分长的时间内维持在一预定量值的装置，使得在所述纤维壁内和/或纤维壁上集聚的大部分固体颗粒被去除；
- (x) 通过在所述纤维的所述外表面上引入所述悬浮液原料使工作循环中的集聚阶段重新开始的装置。

集聚装置中最好包含有：在重新开始集聚阶段之前使纤维再润湿的装置。

在用流体压力从内腔中排出滤液时，该压力的典型量值范围约为 10 至 600KPa。在降压之前作用于内腔的流体压力的典型量值范围约为 100 至 1200Kpa。

气体穿透进入薄膜小孔时根据众所周知的理论会受到壁上所含湿润液体的表面张力阻碍。确实，表面张力可通过对迫使气泡从浸入水中的小孔口放出所需的突破压力进行测量而方便地得到。对于一些常见系统（诸如油在憎水细孔中或水在亲水细孔中）该突破压力比滤器中的常用工作压力大得多。

先有技术的中空纤维型超滤器由于种种理由是从纤维的内侧进料的。然而，按照本发明，原料供入纤维的外侧，而气体作为回洗介质是引入纤细内腔的，在某些情况下，内腔压力使设计适当的纤维膨胀，小孔也被扩大，从而颗粒在膨胀下而自由被回洗气流所冲刷带走。

在某些情况下，特别是在非常细微的有孔的填隙式材料沉积在相对

有较大孔的基体纤维内时，比较有利的做法是先少量已在薄膜内腔的渗透剂进行回洗，接着再用高压气体回洗。用此方法，少量的渗透剂，非常适合把细微的阻塞料从孔隙内冲洗出，然后高压气体使基体上的小孔胀大并围绕有伸缩性的出口喷发而完成清洗。这些小孔必须迅速重新合上以使孔再次密封而基体材料不能因工作中的硬化而开裂，必须仍维持在允许的弹性范围内。

最好纤维是由热塑性聚合物制成，诸如：

聚丙烯，聚 4 甲基 1 戊烯，聚丙烯缩聚物，聚二氟乙烯，聚磺基化物，聚亚苯基硫，聚亚苯基氧，苯氧基树脂，聚乙烯，聚四氟乙烯和聚三氯氯乙烯。

用气体作为回洗介质能使得通过气体的压力突降而去除少量穿过薄膜的恶臭物质和去除大量在薄膜外表面上的恶臭物质。因此，气体回洗步骤是在具有足以克服连续分布在薄膜小孔内的原料所产生的表面张力效应的压力情况下进行的。

一直认为气体回洗阶段应限制在少于 5 秒范围内以避免纤维干燥，从而由于气泡挡住了纤维的小孔而使重新开始的过滤工作不易进行。当引入了改进的再润湿技术后该问题已得以克服，并且已发现气体回洗阶段超过 5 秒钟会有显著好处。此时间范围一直可到 60 秒仍十分有效。因为回洗时间长能进一步去除被夹陷的颗粒。而且，如在完成回洗前就开始再次引入液体就能使气体和液体两者共存的时间延长，最佳的重合共存时间为 1 至 30 秒。这对于大的装置是很有利的，因为此时在额定泵压下要在壳体内使液体充满需相当长时间。因而延长时间的措施使得通常使用的泵仍可使用来达到上述的重合，同时在允许相对较慢的重新充满滤壳条件下还可避免大装置内的压力分布不匀。

在本发明的另一种形式中，作用于内腔所用的高压可为脉动方式以在回洗阶段提供若干次压力突降。这些单个脉动压力之间的间隔最好约为 0.1 秒，其持续时间约为 5 秒，这种方式有利于在回洗阶段减小气体的消耗量。脉动可通过在适当的时间间隔内使壳体封闭和开启来实现，此时间间隔应足以使内腔压力达到所需的量值。也可用其它方法如供入的压力是脉动的，这样也能达到相同效果。在另一实施例中，压力可在一

高的量值和低的量值之间变化而并不使压力完全关断。

现将参阅附图和一些实例对本发明的最佳实施例进行叙述，但这些实施例仅用作举例说明，其中：

图 1 示出一种横流式中空纤维集聚装置的简图，其中本发明处于工作状态；

图 2 示出图 1 的集聚装置处于回洗状态；

图 3 示出标准回洗方式下薄膜传导压力（TMP）与时间的关系曲线；

图 4 示出了与图 3 类似的曲线，采用了按本发明一个方面特点的回洗；

图 5 示出一标准回洗方式下标称流量/TMP 与时间的关系曲线；

图 6 示出在与图 5 的相同类型机器内采用按本发明一个方面特点的回洗方式条件下标称流量/TMP 与时间的关系曲线；

图 7 示出在气体回洗仍在作用时把供料液体泵入滤器内的回洗方式下 TMP 与时间的关系曲线；

图 8 示出一标准回洗方式下标称流量/TMP 与时间的关系曲线；

图 9 示出在与图 8 的相同类型机器内在回洗循环阶段时引入供料液体的情况下标称流量/TMP 与时间的关系曲线；

图 10 示出另一种装置在标准回洗方式下的标称流量/TMP 与时间关系曲线；

图 11 示出在与图 10 相同类型机器内在回洗循环阶段引入供料液体的情况下标称流量/TMP 与时间的关系曲线。

图 1 和图 2 所示横流式中空纤维集聚装置 10 包括：一滤筒（壳）11，其内装有一束中空、多孔的聚合纤维 12。在此例中，各纤维都是由聚丙烯制成，平均孔径为 $0.2 \mu m$ （微米），内腔直径在 $250 \mu m$ 至 $310 \mu m$ 范围内，而纤维的外径则在 $500 \mu m$ 至 $650 \mu m$ 范围内，纤维束 12 内的纤维数目在 2, 800 至 30, 000 根之间，但此数目及单根纤维的直径均可根据工作需要而变。

聚氨酯封装化合物 13, 14 使纤维 12 的两端保持定位并封住壳体 11 的每一端，但并不堵住纤维的内腔。要进行集聚处理的悬浮液通过悬

浮液供料口 15 被泵入壳体 11 然后流遍中空纤维 12 的外壁，供入悬浮液中的一部分穿过纤维 12 的壁部进入纤维内腔并经内腔出口 16 以澄清液体的形式被排出。

剩下的悬浮液和一些被阻挡住的物质在纤维 12 之间流动并通过出口 17 离开壳体 11。剩余的被挡物质被夹持在纤维内或纤维上或滞留在壳体内。在如图 1 所示的集聚装置工作方式下，内腔入口 18 保持关闭。

为去除残留的物质，使内腔出口 16 关闭于是澄清液流的流动停止下来，接着澄清的液体可通过自然排出或通过内腔入口 18 引入一种压力气体来迫使液体从内腔流出。在滤液排出完成后，高压的压缩气体通过入口 18 引入并进入纤维 12 内腔。充满液体的壳体被封闭住，虽然目前气体压力升高至大大超过纤维壁额定的起泡点，但气体仍不能穿透多孔的壁部，这是因为壳体内的液体相对而言是不能压缩的。于是在纤维内腔蓄积起高压气体。

然后，壳体出口 17 打开，从而允许气体沿每一纤维的整个长度从小孔中穿过去。这样会使穿过纤维壁的高压气体产生突然的压降，从而将残留在纤维壁中的固体颗粒从纤维中排放到过滤器供料侧。气体穿过纤维壁的初始突破会造成内腔压力下降这一趋势。我们希望；如果此压力在压降之后能维持一较短时间，就会增加穿过纤维壁的流体流量，并且会使更多的残留固体颗粒被移走。上述目的最好通过提供一较大的供入内腔的压力和/或以较大压力来补偿压降这类方法来实现。在某些情况下，希望能在上述压力气体工作完成之后能允许气体穿过内腔开口 16 和 18。

在另一实施例中，在压力气体供入内腔之前或同时，壳体开启。

参阅附图，将对一些例子进行描述从而表达出本发明实施例所具有的改善了的性能。

实例 1

一个 M10C (250 μm 内腔) 的过滤单元在压力突降阶段之后是通过采用一较大的气体管道来向内腔提供一增大的，作用时间延长的压力来工作运行的。采用 2.5cm(厘米)的气体管道来代替常规所用的 10mm(毫米) 的气体管道。在此已改进的回洗阶段不存在加压过程，并且与

常规（也称：标准）回洗的 380KPa（千帕）相比，过滤单元上所获得的负的薄膜传导压力（TMP）是 620KPa，气体消耗量比常规回洗时大。两种不同的回洗过程，其压力分布图在图 3 和图 4 中示出。

在图 3 所示的常规回洗过程中，可以看出：从压力突降阶段的起始点到 TMP 达到最大值时刻，时间间隔为 0.65 秒。对改进的回洗过程的类似时间段进行分析可知负 TMP 达到最大值仅要 0.15 秒。TMP 达到最大值即对应于气体可穿过纤维壁并将壁孔中的流体驱走。从壳体开启到气体实现穿透时刻的这一时间段即为液体回洗阶段，此时孔中的液体从内腔向外移到壳体侧。当气体穿透纤维壁时，液体回洗阶段即告结束。此时间间隔最好在 0.05 秒到 5 秒这一范围内。

对于所测过滤单元，按常规回洗过程和改进的回洗过程（这里标为“强 mega”回洗）进行比较，过滤单元连续工作运转所得的结果在所附表 1 中示出。

从表 1 和性能图解（图 5 和 6）中可以看出，当采用“强”回洗时，TMP 上升的幅度明显减小，对于强回洗来说，TMP 每日上升的幅度仅约为常规回洗时的四分之一。这一结果意味着：机器清洗周期之间的运转时间可以延长，或在清洗时间间隔相同的情况下机器可达到更高产量。

实例 2

此实例涉及下述过程：供入液体重新引入壳体而气体回洗仍在进行。通过对表面水进行实验来比较常规回洗阶段与采用压力气体和供入液体的回洗阶段。此回洗阶段通常称为“空气通泵通”阶段（AOPO 阶段）。

两个相同的 1M10c 过滤单元并排放在河水上工作运转。一个机器采用常规压力回洗循环，而另一个则另加一个步骤。该额外步骤包括：在使高压气体仍穿过中空纤维壁部的同时供料泵接通。在纤维束间所形成的两相流会更有效地带走薄膜上的恶臭味。

两过滤单元在一恒定流量 200L/hr/em（升/小时/单位面积）条件下工作，所采用的泵具有变速驱动以维持所设定的流量。面积单位 em 是指一原始 Memtec 过滤模块的表面积。图 8 和 10 示出了一过滤单元的两个

连续工作过程的运行结果，并且示出：当采用常规回洗时，在工作运转 4 天内 TMP 上升到 400KPa。此时过滤单元无法维持住所设定的 200L/hr/em 的流量。图 9 和 11 示出：当采用具有 AOPO 阶段的回洗过程时，TMP 可维持在小于 150KPa 的状态下达 7 天之久。这一结果意味着：当在回洗过程中具有 AOPO 阶段时，过滤单元可在相当长的时间内保持较高流速。这一点对于过滤单元的效率来说是非常重要的，因为当 TMP 达到预定值，过滤单元就需要化学清洗。

典型地说，在回洗过程中，降压阶段包括：内腔加压至 600KPa，然后壳体侧的阀开启，此时仍使气体供入内腔（对于绝大多数应用场合此阶段一般为 1 至 3 秒）。对于 M10 单元来说，AOPO 阶段将使向纤维内腔供入气体的时间额外延长约 1 到 30 秒。

可以理解：在不背离所述发明的精神实质和范围的情况下，本发明可具有其它实施例。

按“强”回洗和常规回洗对 M10c (250 μ m 内腔) 进行的比较

表 1

回洗类型	常规	强 (MEGA)
模块类型	PPM10c(20000 个纤维)	PPM10c(20000 个纤维)
供料类型	河水	河水
供料的混浊度 (NTU)	8	7
供料温度 (°C)	9.3	9.3
TMP (KPa)	103	92
TMP 范围 (KPa)	82 至 108	86 到 91
瞬时流量*(L/hr/module)	2084	2223
20 °C 时的瞬时流量* (L/hr/module)	2855	3045

* 瞬时流量是指所测瞬时流率的平均值。

说 明 书 附 图

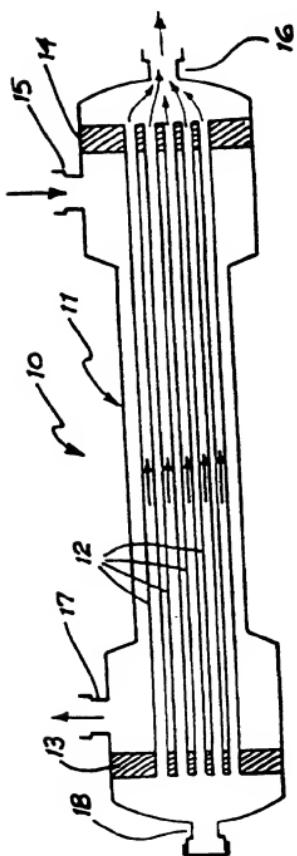


图 1

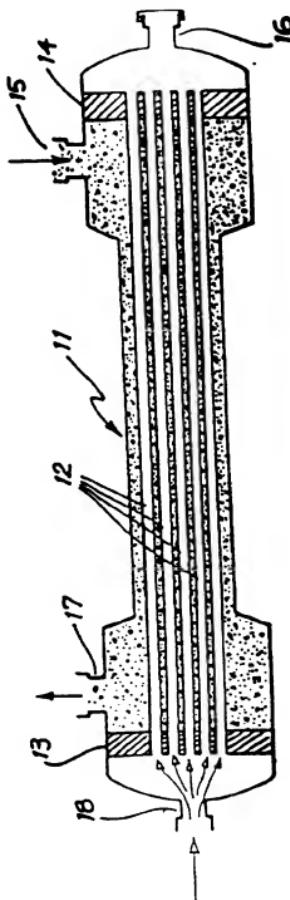
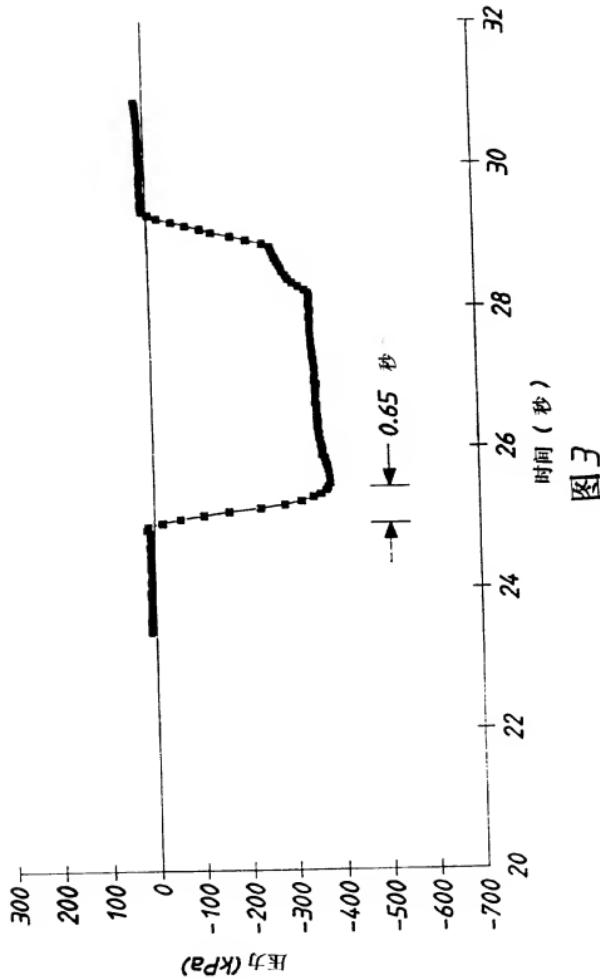
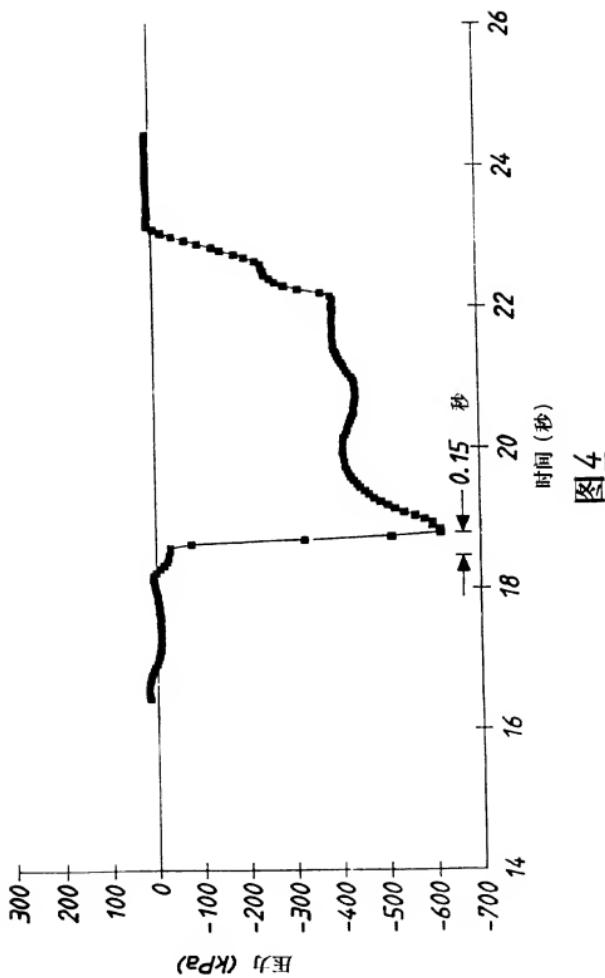


图 2





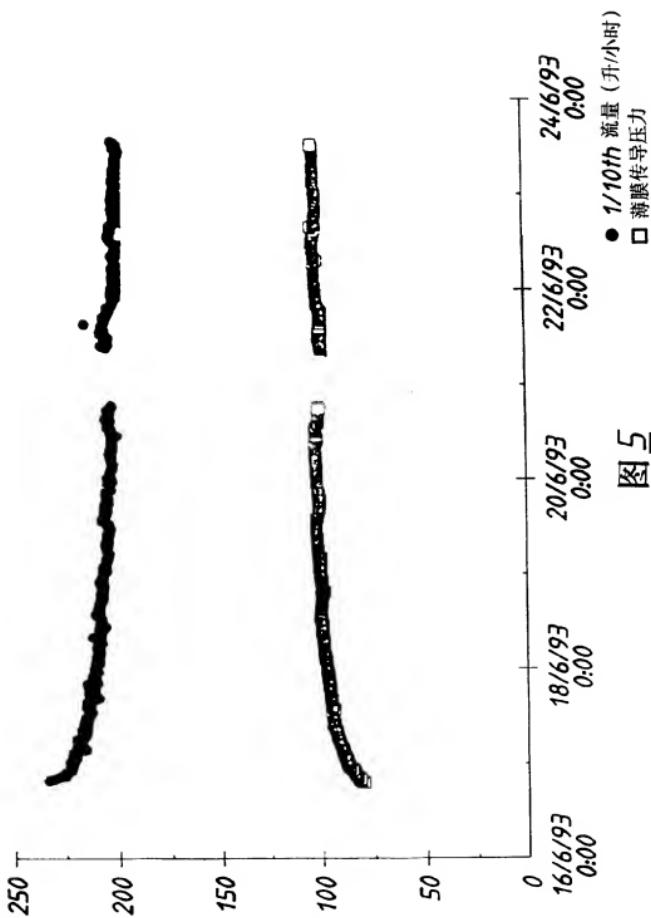


图 5

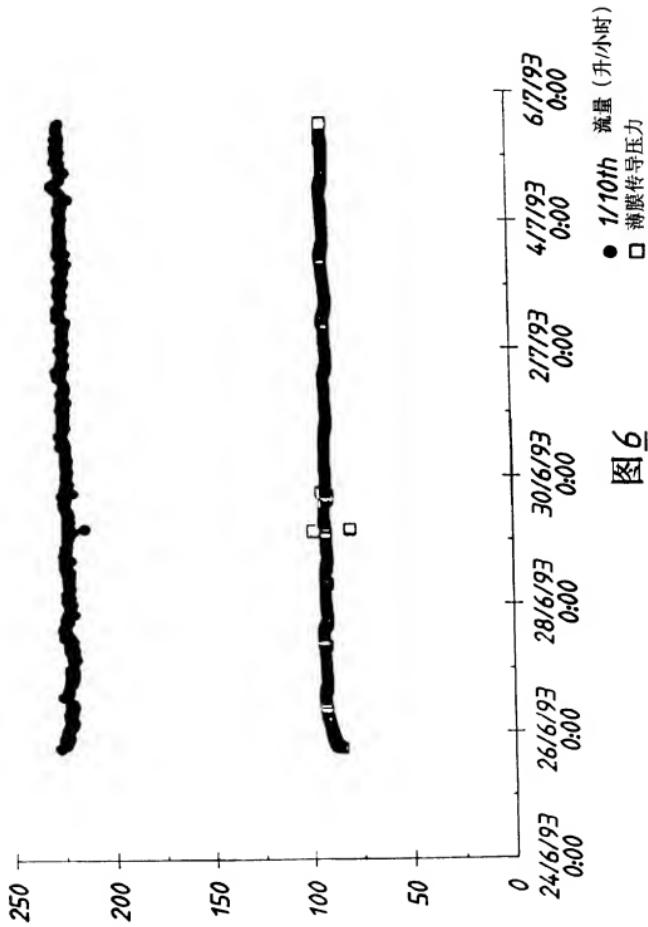
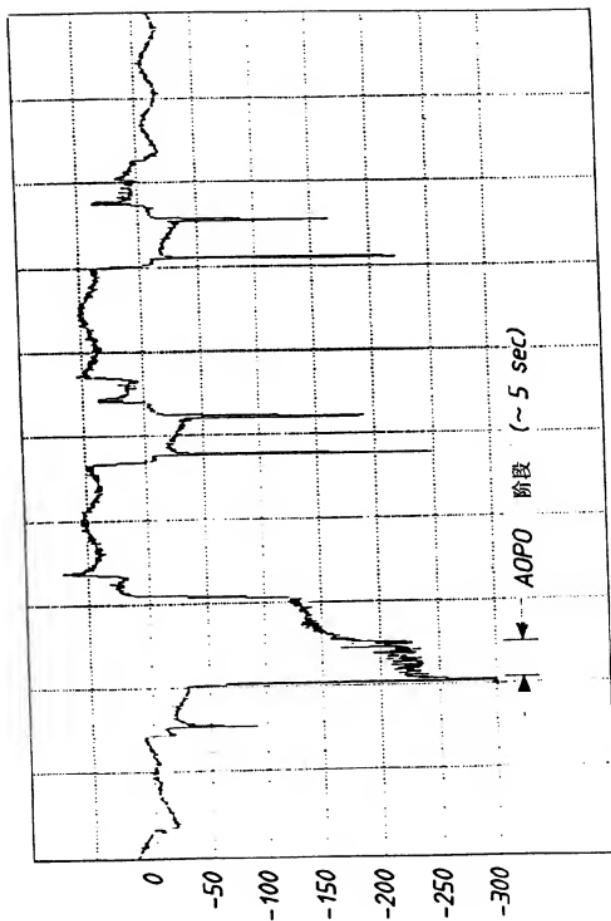


图 6

图7



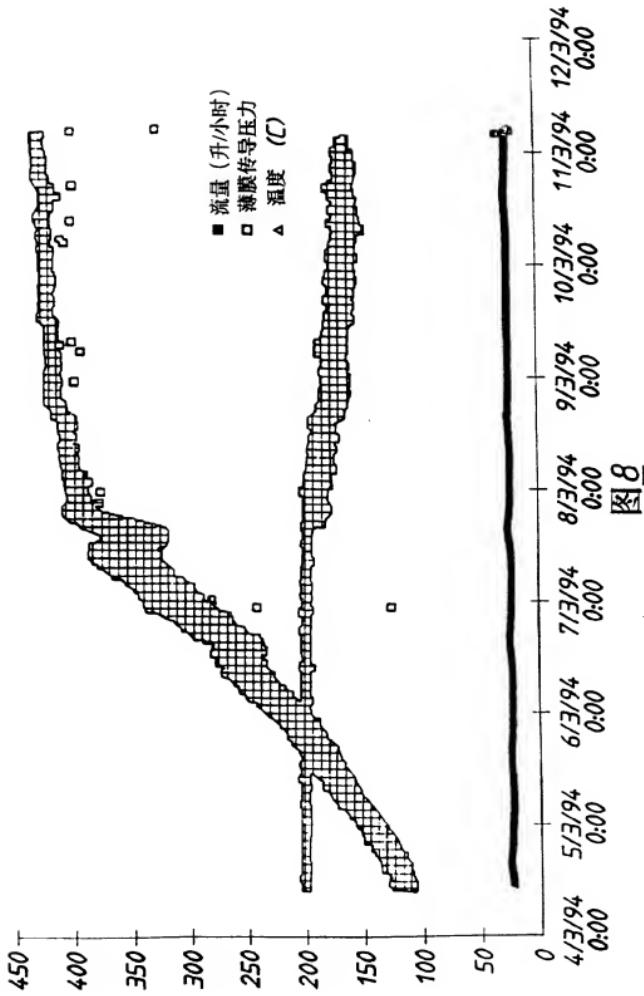


图 8

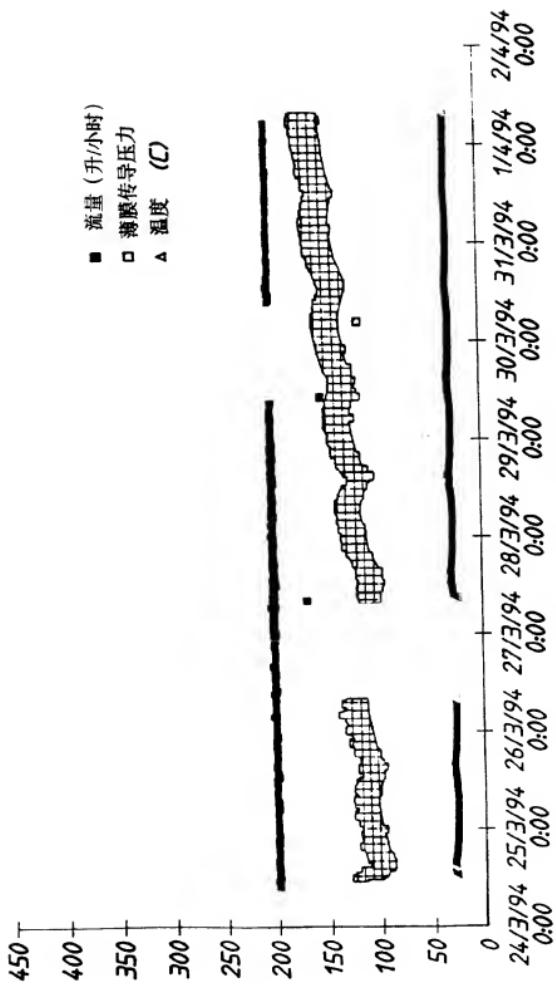


图9

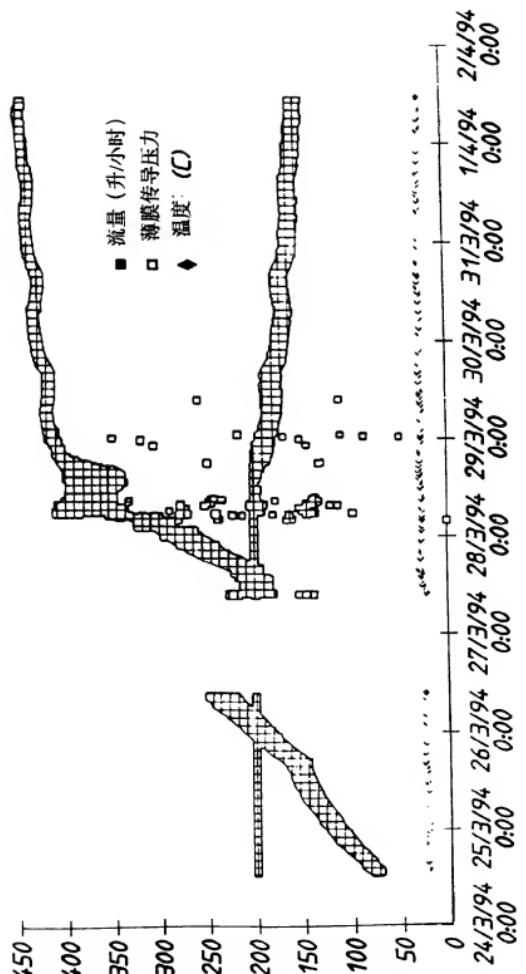


图 10

